

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10178798  
PUBLICATION DATE : 30-06-98

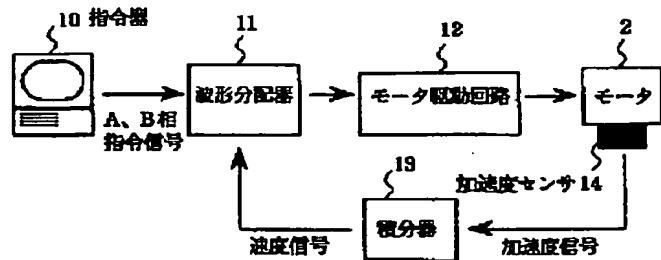
APPLICATION DATE : 19-12-96  
APPLICATION NUMBER : 08339720

APPLICANT : YASKAWA ELECTRIC CORP;

INVENTOR : KUBO TSUTOMU;

INT.CL. : H02P 7/00 G05B 11/36 H02K 41/03  
H02P 5/00 H02P 8/32

TITLE : METHOD AND DEVICE FOR  
CONTROLLING DAMPING OF PLANAR  
LINEAR PULSE MOTOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly damp the vibration of a planar linear motor when the motor is positioned by adding speed components detected against the input waveform having the highest linearity of input waveforms to each phase in a plurality of sections to a current command signal so that the components can act in the opposite direction to the advancing direction of the motor.

SOLUTION: An acceleration sensor 14 generates acceleration signals which indicate the acceleration resulting from the movement of a motor 2 and inputs the signals to an integrator 13. The integrator 13 finds speed signals indicating the speed of the the motor 2 by integrating the acceleration indicated by the acceleration signals and outputs the speed signals to a waveform distributor 11. The distributor 11 adds the speed signal which acts in the opposite direction of the advancing direction of the motor 2 to a current command signal and outputs the command signal to a motor driving circuit 12. Therefore, the motor 2 can be set quickly, because the vibration of the motor 2 can be damped quickly at the time of positioning the motor 2.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**INVENTORS: COMPTER et al.  
MATTER NO.: 290797  
FILED: March 18, 2002  
TITLE: LITHOGRAPHIC PROJECTION APPARATUS POSITIONING ...**

**PILLSBURY WINTHROP LLP  
MCLEAN, VIRGINIA**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-178798

(43)公開日 平成10年(1998)6月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 02 P 7/00  
G 05 B 11/36  
H 02 K 41/03  
H 02 P 5/00  
8/32

識別記号

1 0 1

5 0 1

1 0 1

F I

H 02 P 7/00

G 05 B 11/36

H 02 K 41/03

H 02 P 5/00

8/00

1 0 1 V

5 0 1 C

B

1 0 1 C

3 0 2 C

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全5頁)

(21)出願番号 特願平8-339720

(22)出願日 平成8年(1996)12月19日

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)発明者 久保 努

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

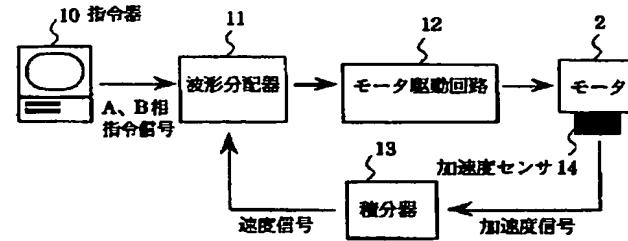
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 平面リニアパルスモータの制振制御方法および制振制御装置

(57)【要約】

【課題】 制御系を複雑にすることなく、平面リニアパルスモータの位置決め時の振動を素早く減衰させ、整定を早めることのできる制振制御方法および装置を実現すること。

【解決手段】 複数相励磁方式の平面リニアパルスモータの制振制御方法であって、平面リニアパルスモータの速度成分を検出し、平面リニアパルスモータへの指令信号に示される複数相の入力波形を電流位相について複数の区間に分け、各区間ににおいて各相への入力波形のうち最も線形性が高い入力波形に対して検出した速度成分を平面リニアモータの進行方向と逆の向きに作用するよう指令信号と加算することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数相励磁方式の平面リニアパルスモータの制振制御方法であって、

前記平面リニアパルスモータの速度成分を検出し、前記平面リニアパルスモータへの指令信号に示される複数相の入力波形を電流位相について複数の区間に分け、各区間において各相への入力波形のうち最も線形性が高い入力波形に対して検出した速度成分を平面リニアモータの進行方向と逆の向きに作用するように前記指令信号に加算することを特徴とする平面リニアパルスモータの制振制御方法。

【請求項2】 複数相励磁方式の平面リニアパルスモータの制振制御装置であって、

前記平面リニアパルスモータの駆動信号を生成する駆動回路と、

前記平面リニアパルスモータの移動にともなって発生する加速度を検出する加速度センサと、

前記加速度センサが検出した加速度に基づいて前記平面リニアパルスモータの移動速度を示す速度信号およびその反転信号を生成する積分器と、

前記平面リニアパルスモータへの指令信号に示される複数相の入力波形を電流位相について複数の区間に分け、各区間において各相への入力波形のうち最も線形性が高い入力波形に対して、前記積分器が生成した速度信号およびその反転信号のうち、平面リニアモータの進行方向と逆の向きに作用するものを前記指令信号に加算して前記モータ駆動回路へ出力する波形分配器とを有することを特徴とする平面リニアパルスモータの制振制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、平面リニアパルスモータ制振制御方法および装置に関し、特に、位置決め時の振動を減衰させるための平面リニアパルスモータの制振制御方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図4は、平面リニアパルスモータシステムの従来例の構成を示す図である。図において、1は鉄板を一定のピッチ:  $\tau$ で格子状に溝を切ったプラテンであり、2相、または複数相励磁方式のリニアモータを2軸分、直交する形態で1台に配置した平面リニアパルスモータ2がその上部に配置されている。モータ2は磁石の吸引力とエアの吹き出し圧力からなる静圧形エアペーリング機構により浮上している。

【0003】図5(a)～(d)および図6のそれぞれは、2相励磁のリニアモータの駆動原理を説明するための図である。図5(a)～(d)は、永久磁石5のN極およびS極にそれぞれ設けられたコイル3およびコイル4の各磁極6、7および磁極8、9のそれが安定となる位置での状態を示す図である。図5(a)～(d)は、各コイルへの電流波形A相、B相の電流位相 $\theta$ が、

磁極6、9、7、8が安定となる $\phi 1$ ～ $\phi 4$ における状態を示している。

【0004】図6に示すように、A相、B相を電流位相 $\theta$ が $\phi 1$ ～ $\phi 2$ ～ $\phi 3$ ～ $\phi 4$ ～ $\phi 1$ の順に変化するように励磁することにより、モータ2を駆動させていた。上記のように構成される平面リニアパルスモータの駆動方法としてはオープンループ制御による方法と、特開平8-9674号公報に開示される、加速度センサによって検出した平面リニアパルスモータの移動状況に応じてフィードバック制御を行なう駆動方法がある。

【0005】上記公報に開示される駆動方法では、 $2\pi$ を1ピッチとしたときの位置角 $\theta$ （電流位相 $\theta$ ）が $\pi/4$ ～ $\pi/2$ の領域では最大トルクが発生するにも関わらず、リニアリティがないことから $0$ ～ $\pi/4$ 近傍の位相角で使用されており、また、位置角 $\theta$ を進める（或いは遅らせる）ことによりトルク制御を行ない励磁電流の実効値を常に一定に保っていたために、最大トルクよりも低いトルクで平面リニアパルスモータが駆動されていること、および、エネルギー効率が低いことなどを従来技術の問題点とするもので、加速度センサからのフィードバック信号と指令加速度との差に応じて通電位相を変化させる際に、 $\pi/4$ を越える通電位相を行なわせるとともに通電位相の大きさに応じて励磁電流を調整しており、これにより、トルクのリニアリティの低下を防ぎ、高い駆動トルクを得ている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の技術のうち、オープンループ制御による駆動方法においては、モータが目標位置に到達してから振動が減衰するのが遅く、整定するまでに時間がかかるという問題点がある。特開平8-9674号公報に開示される方法では、高い駆動トルクが得られることから整定時間は短くなると思われるが、励磁電流の制御を行なうことから制御系の構成が複雑となり、製造コストが高くなるという問題点がある。

【0007】本発明は上述したような従来の技術が有する問題点に鑑みてなされたものであって、制御系を複雑にすることなく、平面リニアパルスモータの位置決め時の振動を素早く減衰させ、整定を早めることのできる制振制御方法および装置を実現することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の平面リニアパルスモータの制振制御方法は、複数相励磁方式の平面リニアパルスモータの制振制御方法であって、前記平面リニアパルスモータの速度成分を検出し、前記平面リニアパルスモータへの指令信号に示される複数相の入力波形を電流位相について複数の区間に分け、各区間において各相への入力波形のうち最も線形性が高い入力波形に対して検出した速度成分を平面リニアモータの進行方向と逆の向きに作用するよう前記指令信号に加算することを

特徴とする。

【0009】本発明の平面リニアパルスモータの制振制御装置は、複数相励磁方式の平面リニアパルスモータの制振制御装置であって、前記平面リニアパルスモータの駆動信号を生成する駆動回路と、前記平面リニアパルスモータの移動にともなって発生する加速度を検出する加速度センサと、前記加速度センサが検出した加速度に基づいて前記平面リニアパルスモータの移動速度を示す速度信号およびその反転信号を生成する積分器と、前記平面リニアパルスモータへの指令信号に示される複数相の入力波形を電流位相について複数の区間に分け、各区間ににおいて各相への入力波形のうち最も線形性が高い入力波形に対して、前記積分器が生成した速度信号およびその反転信号のうち、平面リニアモータの進行方向と逆の向きに作用するものを前記指令信号に加算して前記モータ駆動回路へ出力する波形分配器とを有することを特徴とする。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施例の構成を示すブロック図である。本実施例は指令器10、波形分配器11、モータ駆動回路12、モータ2、加速度センサ14および積分器13から構成され、指令器10から出力される指令信号に基づいて帰還動作が行なわれる。

【0011】なお、本実施例の制御対象であるモータ2(平面リニアパルスモータ)は、図4乃至図6を用いて説明したものと全く同様であるため、その構成や特性についての説明は省略する。指令器10から出力されるA相およびB相の電流指令信号は波形分配器11を介してモータ駆動回路12に入力され、モータ2に駆動電流が流される。モータ2の移動軸には加速度センサ14が取付けられており、モータ2の移動による加速度を示す加速度信号が加速度センサ14にて発生し、積分器13に入力される。積分器13では加速度信号に示される加速度を積分することにより速度を示す速度信号を求め、波形分配器11に出力する。波形分配器11では速度信号に示される速度に応じたフィードバック制御を指令器10が出力した電流指令信号に対して行なう。

【0012】図3は積分器13より得られる信号波形を示し、速度信号G18と、その反転信号

#### 【0013】

#### 【外1】

#### G19

【0014】が積分器13の出力となる。本発明は、指令信号に示される複数相の入力波形の電流位相 $\theta$ について複数の区間に分け、各区間ににおいて各相への入力波形のうち最も線形性が高い入力波形に対して速度成分、具体的には積分器13により得られる速度信号G18もしくは

#### 【0015】

#### 【外2】

#### G19

【0016】を指令信号と加算するフィードバックを行なうことにより、モータ停止時の制振効果を得るものである。本実施例においては、図示するように入力波形の電流位相 $\theta$ を4つの区間1~4に分けられており、波形分配器11は、現在の電流位相 $\theta$ が区間1~4のいずれにあるかを上記の信号波形15、16、17により判別し、判別結果に応じて速度信号を指令信号に加算する。以下、波形分配器11の加算方法について図2を参照して説明する。

【0017】図2においてA相15とB相16は指令器10からの入力波形で、

#### 【0018】

#### 【外3】

#### A相

【0019】17はA相15を反転させたものである。図2において、仮にモータの移動方向が電流位相 $\theta$ の正の方向であり、この正の方向に移動させるときの積分器13の出力信号が、図3中のプラス信号であるG18とする。いま、モータが移動中、もしくは停止直後の状態でモータの電流位相が区間1であるとすると、区間1においてはB相16の電流波形が電流位相角 $\theta$ に対して最も線形に近似しているとし、B相16に信号

#### 【0020】

#### 【外4】

#### G19

【0021】を加算させて近似的に電流位相角 $\theta$ の進みを遅らせる。同様の考え方により、区間2の時にはA相15に信号G18を、区間3の時にはB相16に信号G18を、区間4の時にはA相15に

#### 【0022】

#### 【外5】

#### G19

【0023】をそれぞれ加算する。モータの移動方向が逆になども信号G18、および

#### 【0024】

#### 【外6】

#### G19

【0025】の符号も反転するので上記方法は成立する。上記のように構成される本発明においては、平面リニアパルスモータへの指令信号に示される複数相の入力波形を電流位相について複数の区間に分け、各区間ににおいて各相への入力波形のうち最も線形性が高い入力波形に対してので、常に線形性が維持されたフィードバックが行なわれることとなる。

【0026】また、検出した速度成分を平面リニアモータの進行方向と逆の向きに作用するように前記指令信号と加算するので、見かけ上の粘性制動係数が高いものと

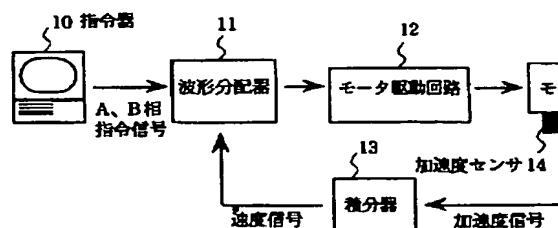
なり、制振効果が高いものとなる。なお、以上説明した実施例においては、平面リニアパルスモータを2相励磁方式とし、指令信号に示される複数相の入力波形の電流位相 $\theta$ について4つの区間に分けるものとして説明したが、これらはいずれも限定されるものではなく、さらに多くの相励磁方式による平面リニアパルスモータについても同様の制御を行なっても本発明の効果は同様に得られる。また、指令信号に示される複数相の入力波形の電流位相 $\theta$ の特性に応じて区間をさらに多くに分けてよい。

#### 【0027】

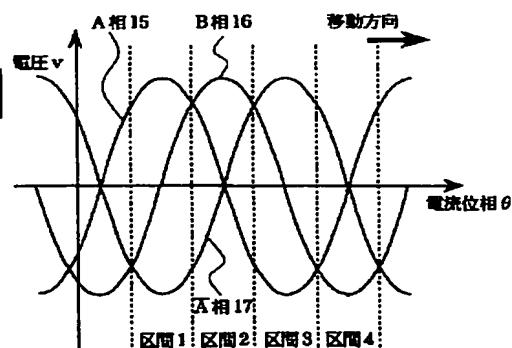
【発明の効果】本発明は以上説明したように、平面リニアパルスモータへの指令信号に示される複数相の入力波形を電流位相について複数の区間に分け、各区間において各相への入力波形のうち最も線形性が高い入力波形に対して検出した速度成分を平面リニアモータの進行方向と逆の向きに作用するように前記指令信号と加算することにより近似的に電流位相角が遅れることとなり、これにより、見かけ上の粘性制動係数が高いものとなるため、制御系を複雑にすることなく、平面リニアパルスモータの位置決め時の振動を素早く減衰させ、整定を早めることが効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

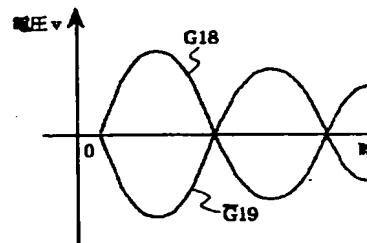
【図1】



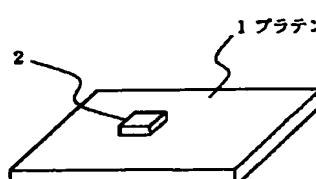
【図2】



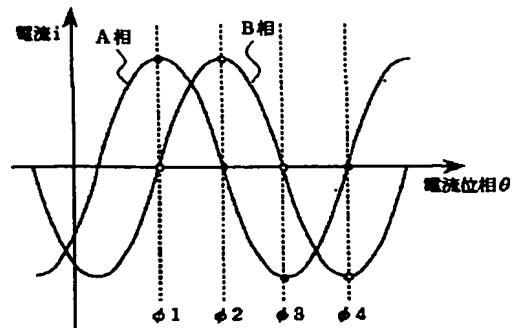
【図3】



【図4】



【図6】



【図1】本発明における平面リニアパルスモータのシステム構成を示す図である。

【図2】本発明における分配器の概念図である。

【図3】本発明における積分器からの出力信号の概念図である。

【図4】平面リニアパルスモータの構成図を示す図である。

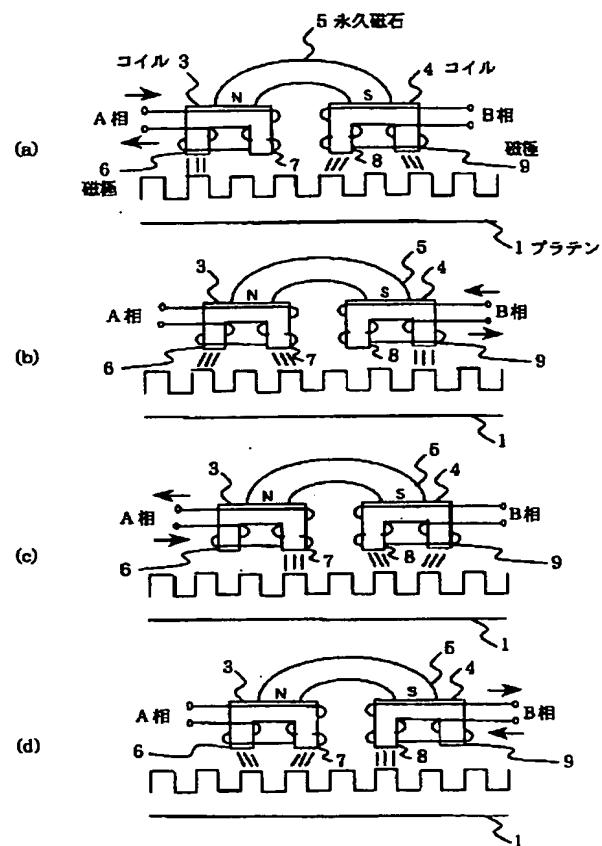
【図5】平面リニアパルスモータの駆動原理を示す図である。

【図6】平面リニアパルスモータを駆動させる時の電流波形と位相角の関係を示す図である。

#### 【符号の説明】

10	指令器
11	波形分配器
12	モータ駆動回路
13	積分器
14	加速度センサ
15	指令電流A相波形
16	指令電流B相波形
17	指令電流A相波形の反転波形
18	積分器からの出力信号波形
19	積分器からの出力信号波形の反転波形

【図5】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**